ESTUDO GEO-AMBIENTAL APLICADO À CONSTRUÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL (RN), EM LUGAR DO LIXÃO DA CIDADE

Elias NUNES[1]

RESUMO

A área em estudo está localizada no município de Ceará-Mirim (RN), na Região Metropolitana de Natal com uma população de 1.041.000 habitantes que engloba mais 07 municípios, inclusive Natal capital do Estado do Rio grande do Norte, hoje com 767.000 habitantes. A iniciativa em se estudar o tema em foco, partiu da necessidade de se mostrar ao governo estadual e prefeituras municipais o problema com o lixão de Felipe Camarão em Natal, localizado entre as dunas há 27 anos, que recebia diariamente 1.200 toneladas de lixo, depositado em local inadequado, além dos lixões dos demais municípios, o que veio a trazer preocupação aos gestores públicos com o meio ambiente urbano e a qualidade de vida da população do entorno dos lixões de suas cidades. O estudo propôs a escolha de uma ou mais áreas adequadas para este fim dentro da região metropolitana, que de conformidade com as condições geo-ambientais apresentadas, serva para construção de um aterro sanitário para toda a região metropolitana, com lagoa de estabilização do chorume e uma unidade de compostagem de lixo orgânico e triagem dos inorgânicos, onde os antigos catadores do lixão possam ser inseridos socialmente. A área escolhida está dentro dos padrões geo-ambientais estudados pela pesquisa, com formação geológica, geomorfológica e pedológica adequada para o uso proposto e identificada através do zoneamento geo-ambiental, com a elaboração da Carta Geo-ambiental da Grande Natal. Apresenta boas condições de escavabilidade do material devido à profundidade do solo e pouca resistência da formação geológica. O clima tropical litorâneo com uma temperatura média em torno de 30°C, com uma precipitação média anual de 1.200mm, e uma umidade relativa do ar a 80% e ventos quentes equatoriais, favorecem uma alta decomposição da matéria orgânica e uma baixa produção do chorume, que deverá ser aspergido em forma de irrigação nas células de lixo. Tais condições geo-ambientais e aspectos sócio-econômicos fazem desta área o local ideal, deixando de vez o uso do lixão, que tanto causou problemas de ordem ambiental e social para a população, principalmente, aos moradores dos bairros vizinhos ao antigo lixão.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Natal está localizada no litoral da região nordeste, e compreende a capital Natal, e mais outros 07 municípios: Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante, Extremoz, Ceará-Mirim, São José de Mipibú e Nísia Floresta. Juntos ocupam uma área de 2.514,1 km^2 sendo a região de maior importância econômica do Estado. Pois nesta região está instalado o Distrito Industrial de Natal, que envolve os municípios de Natal, São Gonçalo do Amarante e Extremoz, e o Centro Industrial Avançado localizado entre os municípios de Parnamirim e Macaíba.

Abrange uma região em franca ocupação do espaço urbano e suburbano, que segundo o censo estimativo do IBGE, no ano de 2004 a Região Metropolitana somou uma população de 1.214.755 habitantes, o que corresponde a 41% da população do estado. Sendo, que 63% deste total é composta pela população da cidade de Natal, ou seja, 766.081 habitantes

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Geógrafo, Professor Doutor, eliasgeo@ufrnet.br.

que é totalmente urbana. No total a população de Natal representa aproximadamente 80% de toda a Região Metropolitana.

Tabela 1. Características dos Municípios da Grande Natal em área, altitude, distância até Natal e população até 2004.

Municípios	Área (km^2)	Altitude (m)	Dist. de Natal (km)	População (mil)
Natal	169,9	30	-	766.081
Parnamirim	126,6	53	25	156.181
Macaíba	492,0	11	22	66.749
São Gonçalo do Amarante	261,7	15	18	82.063
Extremoz	135,3	41	23	21.948
Ceará-Mirim	1.409,4	33	33	67.692
São José de Mipibu	312,2	48	35	38.381
Nísia Floresta	293,1	56	40	21.660
TOTAL	2.594,9	-	-	1.214.755

Fonte: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Estimativo 2004).

O crescimento urbano e suburbano desta região vem ocorrendo de forma acelerada, contínua, desordenada e não planejada, onde a paisagem natural sofre constantes agressões ambientais, provocando modificações, sem que haja uma ação governamental efetiva que proporcione condições para o planejamento urbano e implantação de projetos de desenvolvimento, que vise a qualidade de vida para a população.

Desta forma, pudemos fornecer um trabalho científico que através de um mapeamento geo-ambiental da região, indicasse as áreas de uso adequado; adequado-restrito, restrito-inadequado, e inadequado para uso do solo urbano, especificamente neste caso, para a construção de um aterro sanitário na região metropolitana. Isto proporcionou aos órgãos públicos do estado e dos municípios, e também a empresa privada, a escolha do local para a construção do aterro sanitário dentro dos padrões técnicos da engenharia sanitária, e geo-ambientalmente correto que pudesse atender a toda a região metropolitana.

A área em estudo está enquadrada entre as coordenadas geográficas de 05º30' – 06º00' latitude sul, e 35º00' – 35º30' longitude oeste, que corresponde a Região Metropolitana ou a Grande Natal. Dentro desta região foi escolhida uma área no município de Ceará-Mirim, por apresentar condições geo-ambientais de uso adequada-restrita, para a implantação do aterro sanitário.

As características do meio físico como rochas, relevos, solos, cobertura vegetal, bacia hidrográfica e clima, foram obtidas de Nunes (1996 e 2000). A litologia apresenta-se pouco aflorante em rochas graníticas no município, ora com coberturas residuais da Formação Barreiras. Predominantemente, ocorre a Formação Barreiras em toda a área, havendo uma grande reserva potencial de água subterrânea do Aqüífero Barreiras (confinado). O relevo é plano a suavemente ondulado nos denominados tabuleiros costeiros. A bacia hidrográfica está representada pelos rios Mudo e Ceará Mirim, sendo o rio Ceará-Mirim portador do maior vale do estado, além do mesmo também ser estuarino. O solo predominante da área é o Latossolo Amarelo ou Cobertura de Alteração Intempérica Latossolizada (NUNES, 1996). A vegetação natural é praticamente inexistente, sendo uma área de cultivo de cana-de-açúcar e pastagem, mesmo assim, ainda ocorrem resquícios de floresta atlântica que serão preservadas.

LIXO URBANO E SEU DESTINO FINAL

Atualmente a cidade de Natal produz 1.200 toneladas de lixo por dia, incluindo: domiciliar, comercial, industrial, podas de árvores, alimentos deteriorados, animais mortos, hospitalar (serviços de saúde), objetos volumosos e entulho de construção civil. Em quantidade menor, mas produzindo o mesmo tipo de lixo estão os municípios de Parnamirim com 150 ton/dia, Macaíba com 60 ton/dia, Ceará Mirim com 40 ton/dia, São Gonçalo do Amarante com 40

ton/dia, Extremoz com 30 ton/dia, São José de Mipibu com 30 ton/dia e Nísia Floresta com 30 ton/dia que juntos produzem 1.580 toneladas de lixo por dia, o que corresponde a toda produção de lixo da região Metropolitana. Vale salientar que embora sendo estes números oficiais, ainda há dúvidas sobre a quantidade real de lixo produzido, pois com exceção de Natal, os demais municípios não dispõem de balanças para pesar os caminhões com lixo, sendo assim um volume estimado para o ano de 2005.

O crescimento da região metropolitana em termos populacionais é considerado grande, de conformidade com o censo estimado do IBGE para o ano de 2004 a população era de 1.214.755 habitantes, isto tem refletido no aumento da produção diária do lixo, além do mais, o tipo de lixo começa a se diversificar ano após ano, com o uso cada vez mais freqüente de produtos industrializados em embalagens descartáveis de plástico, vidro, metal (latas), papelão aluminizado (embalagens TETRA PAK), papel e papelão, bem como, outros resíduos como trapos de tecido e couro; e borracha, principalmente pneus. Esta elevada quantidade de material inorgânico requer um adequado sistema de coleta, para que possa ser reciclado e reutilizado para outros fins.

Todo o lixo produzido em Natal era colocado desde 1978 numa área de 33 hectares, ou seja, 330 mil metros quadrados de dunas e vales interdunares, que abriga o grande **lixão** da cidade, entre os bairros de Felipe Camarão e Cidade Nova hoje praticamente, desativado. Mas ainda recebe podas de árvores e entulho da construção civil, aonde o lixo que chega nos caminhões é pesado na recepção do **lixão**, e em seguida jogado relevo abaixo.

O solo é predominantemente arenoso (com 95% de areia quartzosa), de alta permeabilidade e porosidade, que juntamente com a chuva facilita a infiltração do **chorume** no solo, e posterior contaminação do lençol freático que abastece de água a população natalense. Lamentavelmente, a situação ambiental concernente às áreas de deposição do lixo em Parnamirim, Macaíba, Extremoz, São Gonçalo do Amarante, Ceará Mirim, São José de Mipibu e Nísia Floresta, não é em nada diferente, pois todos estes municípios também possuem **lixões**, o que muda são os locais escolhidos para deposição, como nos vales interdunares, mangues, rios, buracos ou crateras deixadas quando da retirada de barro para a construção civil (barreiros), que foram abandonados; lagoas secas, terrenos acidentados ou com erosão, margens de estradas e outras áreas impróprias. Vale ressaltar que os **lixões** das cidades mudam constantemente de endereços, pois isto ocorre quando a área já está totalmente preenchida pelo lixo. Esta situação resulta em problemas ambientais, dos quais podemos destacar: a poluição das águas superficiais, dos lençóis freáticos, dos poços e do solo em decorrência da infiltração do **chorume**. A poluição do ar pela queima do lixo e pela livre exalação de gases na atmosfera, devido à decomposição orgânica e degradação da paisagem.

A forma anti-técnica, anti-sanitária e anti-ambiental é a mesma, o lixo fica exposto ao tempo, exalando um cheiro pútrido devido a decomposição da matéria orgânica (gás metano CH_4, e gás sulfídrico CS_3), com presença de urubus e animais domésticos, além de vetores que se proliferam no lixão e invadem as residências próximas, como ratos, baratas e moscas. O lixo é queimado diariamente para diminuir o volume acumulado, produzindo uma fumaça de odor fétido (gás carbônico CO_2), altamente prejudicial a saúde. Quando esta fumaça atinge áreas urbanas, principalmente, nos bairros que o circundam, chega a causar problemas respiratórios, notadamente em crianças e idosos.

No **lixão** é produzido o **chorume** que é o líquido resultante da umidade natural do lixo, que surge devido à decomposição e dissolução da matéria orgânica pelas enzimas liberadas pelas bactérias, que também possui um cheiro podre insuportável de alto poder de poluição. Isto promove a contaminação do lençol freático, que é uma fonte alternativa de abastecimento doméstico, e que representa a maior riqueza natural para a região da Grande Natal.

Um dos grandes problemas também causado pelos **lixões** é dependência que ele causa a população miserável que vive do lixo, são os catadores de lixo, que ai buscam um meio de

sustento, catando vidro, metal, papelão, plástico e outros objetos que lhes possam dar alguma renda, afora "alimento" estragado que são consumidos por estas pessoas. Além do mais, estes resíduos sólidos causam doenças graves no organismo humano e também, através dos vetores que vivem nos **lixões**.

A grande solução para a Região Metropolitana de Natal foi a implantação de um **grande aterro sanitário** que atendesse a todos os municípios da região, aproveitando-se as áreas disponíveis e mapeadas como adequadas existentes em alguns municípios. Estas áreas devem ser de terrenos com solos argilosos ou areno-argilosos, em cuja base e taludes permitam a colocação de manta betuminosa para a impermeabilização. Que seja colocada uma camada de lixo, seguida de uma camada de terra; que tenha declividade para construir a lagoa de captação do **chorume,** também impermeabilizada com manta betuminosa, para que não ocorra a infiltração e posterior contaminação do lençol freático. O tratamento desse **churume** em uma estação de tratamento de esgoto (ETE), antes de lançar a água tratada no rio; e construção de chaminés para queima de gás metano (CH_4).

Com o **aterro sanitário,** estar-se-ia preservando o meio ambiente e a qualidade de vida da população da região, pois se eliminaria o odor pútrido, a queimada, a poluição das águas superficiais e subterrâneas, a presença dos urubus, animais domésticos, vetores transmissores de doenças além de uma população que vive do lixo, que são os catadores e vendedores de lixo reciclável, que também catam frutas, verduras e restos de comidas industrializadas ou não para a sua alimentação.

Diante da crise ambiental provocada pelo **lixão** de Natal a das ações do Ministério Público através da Promotoria do Meio Ambiente, fizeram com que o Governo do Estado e a Prefeitura Municipal de Natal, tomassem a iniciativa de viabilizar os meios para a construção do Aterro Sanitário da Região Metropolitana de Natal. Com a regulamentação da Região Metropolitana de Natal, conforme as Leis Complementares Estaduais nº 152/97 e 221/02 e a posterior criação do Conselho Metropolitano, o aterro sanitário passou a ser destinado a todos os municípios integrados da região metropolitana, sendo construído e operacionalizado por empresa privada no município de Ceará-Mirim a partir do ano de 2004, através de entendimentos técnicos e políticos com a Prefeitura de Ceará-Mirim.

Através de estudos técnicos realizados, dentre os quais o Zoneamento Geo-ambiental da Grande Natal foi escolhida uma área em Ceará-Mirim, que está dentro do zoneamento geo-ambiental feito por Nunes (1996).

O Aterro Sanitário da Região Metropolitana de Natal recebe diariamente os resíduos sólidos (lixo), produzidos pelas cidades de Natal, Parnamirim e Ceará-Mirim, onde espera-se que os demais municípios da região metropolitana, tenham o mesmo procedimento ambientalmente correto. O aterro sanitário ocupa uma área total de 90 hectares ou 90.000m^2, sendo que foram utilizados 60 hectares ou 60.000m^2 para a construção das 16 células (cavas) de 125m por 250m de tamanho com 03 metros de profundidade. Podendo cada célula receber 93.750m^3 de lixo com uma capacidade total de 1.500.000m^3 (um milhão e quinhentos mil metros cúbicos), com uma previsão para uso por 20 (vinte) anos.

Outra ação do Ministério Público através da Promotoria do Meio Ambiente fez com que a Prefeitura Municipal de Natal deixasse de colocar os resíduos sólidos dos serviços de saúde (lixo hospitalar), no **lixão** de Felipe Camarão e Cidade Nova em Natal. A partir do ano de 2002 todo o lixo dos serviços de saúde de Natal, passou a ser incinerado por oxidação térmica por duas empresas privadas.

Neste ano de 2005 a produção do lixo dos serviços de saúde está em 07 toneladas por dia, cujo processo de destruição ocorre por incineração com queima de gás butano a alta temperatura, cerca de 1.000°C destruindo bactérias, tecidos orgânicos, restos de material cirúrgico e peças anatômicas. Apenas vidros e metais cirúrgicos apresentam resistência à destruição por incineração, restando apenas 3,0% de resíduos inertes que são depositados no aterro sanitário. As duas empresas privadas autorizadas pelos órgãos públicos competentes, estão com seus fornos instalados em Natal e São Gonçalo do Amarante,

estando aptas para receber os resíduos dos serviços de saúde de todos os municípios do Estado.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Para realização deste trabalho, foram utilizadas técnicas de fotointerpretação de fotografias aéreas pancromáticas na escala de 1:40.000 ano 1979, carta topográfica Natal 25-V-C-V-MI 979 (SUDENE), escala 1:100.000 visando a identificação das feições geo-ambientais.

A análise morfo-estrutural foi realizada conforme Soares et al. (1981a; 1981b). Esta análise trata dos aspectos paleogeográficos, principalmente em regiões onde o relevo é plano, onde é dificultada a identificação das feições estruturais existentes como antiformes (altos estruturais), e sinformes (baixos estruturais).

A análise fisiográfica foi estabelecida conforme Goosen (1967), Botero (1978), e Zinck (1981), que nos permite identificar e delimitar as unidades fisiográficas com diferentes paisagens, e sua dinâmica nos processos formadores e evolutivos do relevo e do solo.

As coberturas de alterações intempéricas foram delimitadas através dos padrões texturais de drenagem, formas de relevo, cobertura vegetal, uso do solo, feições erosivas e tonalidades de cinza, com descrição morfológica dos solos e coleta de amostras, para posteriores análises físicas (granulométricas), químicas (complexo sortivo e total), e mineralógicas (fração argila), conforme Lemos et Santos (1976), Fanning et Fanning (1989), Munsell Soil Color Charts (1975), Summerson (1954), Lueder (1959), Way (1973), Riedel et al. (1989), Kilmer et Alexander (1949), Grohmann et Raij (1974), Vettori (1969), Soil Survey Staff (1951), Mekaru et Uehara (1972), Slavin (1968), Catani et Paiva Neto (1949), Blake (1965), Aguillera et Jackson (1953), Embrapa (1979).

CARTA GEO-AMBIENTAL

A análise integrada das cartas fisiográfica, morfo-estrutural e de cobertura de alteração intempérica (solos), proporcionou uma melhor compreensão do meio físico, permitindo a confecção da carta geo-ambiental, ora divididos e subdivididos em blocos estruturais, cuja finalidade é facilitar a sua utilização através dos órgãos de planejamento urbano das Prefeituras Municipais, através da elaboração do Plano Diretor Municipal (PDM), orientando a escolha do uso do solo para finalidades específicas.

Os **blocos I, II e III** apresentam-se com **baixos topográficos e baixos estruturais (BB)** na costa litorânea, onde as paisagens que pertencem aos domínios geo-ambiental litorâneo-eólico e flúvio-marinho, apresentam solos ou coberturas de alteração intempérica, aluvial, gleizada, arenosa quartzosa, salinizada, areias quartzosas marinhas e associações arenosas e latossolizadas. Estas paisagens demonstram fortes limitações para usos diversos, por ter o lençol freático muito superficial apresentando lagoas perenes, além do afloramento do mesmo nas áreas mais rebaixadas, dando formação às lagoas temporárias.

Os **baixos topográficos e baixos estruturais (BB),** são domínios **inadequados** para implantação de aterros sanitários, cemitérios com covas por inumação (sepultamento direto no solo), fossas sépticas e sumidouros, lagoas de rejeitos industriais, lagoas de captação e infiltração de águas pluviais e construção de estradas e habitações, devido às coberturas serem predominantemente arenosas, com circulação de água alta direcionada e fácil infiltração, sendo o lençol freático bastante superficial nestas áreas, o que provoca a contaminação do aqüífero “dunas” e “barreiras” pertencente a Formação Barreiras, por alta concentração de nitratos. Tem uso **restrito-inadequado** a mecanização agrícola, e uso **restrito** para obras enterradas e como fonte de empréstimo de material para a construção civil (areia e argila). A retirada de areia nas dunas recentes (moveis), e argila nos vales fluviais, destinados à construção civil, poderá ser feita de forma monitorada em áreas

previamente escolhidas, e fiscalizadas pela secretaria de meio ambiente, para que não haja degradação ambiental.

Os **baixos topográficos e altos estruturais (BA),** nos quais encontram-se as planícies sedimentares médias e baixas, com solos ou cobertura de alteração latossolizada, cobertura arenosa podzolizada, associação de coberturas arenosas e latossolizadas, e associações de coberturas latossolizadas e arenosas. Estas planícies apresentam limitações de uso **restrito-inadequado** à implantação de cemitérios com covas por inumação, fossas sépticas, aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais e lagoas de captação e infiltração de águas pluviais, em virtude de estas coberturas serem friáveis, bastante espessas de alta permeabilidade e bem drenadas, com o lençol freático bastante superficial e de fácil contaminação, se medidas técnicas de tratamento destes rejeitos e dejetos, não forem adotadas com a impermeabilização de base do subsolo com concreto ou manta betuminosa. Embora já esteja constatado através de análises de água, que poços que abastecem a Grande Natal estejam contaminados com coliformes e nitratos, a uma profundidade de até 100m no Aqüífero Barreiras.

O uso da mecanização é **restrito**, sujeito a erosão moderada, e uma circulação de água alta a média o que determina a imediata recarga do aqüífero semi-confinado, razão pela qual não deverão ser colocados efluentes sólidos ou líquidos, já que devem provocar a contaminação inevitável do aqüífero. As condições geo-ambientais são **adequadas** para a construção de estradas, edificações e obras enterradas por causa das coberturas de alterações intempéricas serem predominantemente, espessas e arenosas, onde são largamente utilizadas como área fonte de material para construção civil (barreiros). Podendo ser retiradas quantidades de materiais para sub-base de estradas, bem como para construção civil, desde que haja monitoramento adequado com recuperação da área em degradação. No **bloco II**, são encontrados **altos topográficos e altos estruturais (AA),** em planície média sedimentar com cobertura de alteração latossolizada. Esta planície é **adequada** ao plantio de culturas perenes e temporárias, devido ao relevo ser predominantemente plano, solo profundo e bastante permeável, com circulação de água intensa, não apresentando indícios de erosão o que suporta intensa mecanização. Para obras civis é bem **adequado** a edificações, estradas e obras enterradas, além de ser uma boa fonte de material de empréstimo para a construção civil (barreiros), em virtude da pouca coerência do material, provocado pelo pouco teor de argila, a sua grande espessura e permeabilidade, o que possibilita uma boa escavação. Com uso **adequado-restrito** para aterros sanitários, lagoas de rejeitos industriais, cemitérios com covas por entumação (sepultamento em túmulos impermeabilizados com cimento concreto), fossas sépticas e lagoas de captação e infiltração de águas pluviais, devendo haver tratamento dos rejeitos e efluentes, além da impermeabilização da base do subsolo com concreto ou manta betuminosa, para que não haja riscos de contaminação nos aqüíferos subterrâneos confinados (aqüífero barreiras). Sendo neste bloco II com altos topográficos e altos estruturais (AA), onde está localizado desde o ano de 2004 o Aterro Sanitário da Região Metropolitana de Natal no município de Ceará-Mirim.

Ainda nos **blocos II e III**, ocorrem os **altos topográficos e baixos estruturais (AB),** no domínio geo-ambiental das planícies sedimentares médias e baixas, com cobertura de alteração intempérica latossolizada e cobertura de alteração podzolizada. Como também o domínio geo-ambiental das colinas cristalinas, com cobertura de alteração podzolizada e litólica. As colinas cristalinas possuem embasamento cristalino granítico, sendo **adequado** como fonte para a exploração mineral para a construção civil (pedreiras), desde que medidas de controle ambiental sejam estabelecidas, através do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). O uso da mecanização é **restrito**, com riscos de erosão moderada a forte (exorréica), podendo ocorrer a compactação da cobertura de alteração, devido a presença de argilas. São também **adequados** à construção de estradas devido a sua litologia granítica, muito embora tenham seu uso **restrito** quanto à execução de obras enterradas.

Este domínio tem uso **adequado** para a deposição de efluentes líquidos e sólidos, fossas sépticas, cemitérios com covas por inumação e aterros sanitários. A baixa permeabilidade da cobertura de alteração e o substrato rochoso cristalino favorecem tais usos, sem que haja riscos de contaminação dos aqüíferos, devendo haver cuidados técnicos com as fraturas na rocha e áreas próximas aos rios, ou zonas limítrofes de rochas cristalinas com o material sedimentar da Formação Barreiras.

CONCLUSÕES

A interpretação das cartas Morfo-estrutural, Fisiográfica e de Cobertura de Alteração Intempérica, permitiu a elaboração da **Carta Geo-ambiental**, que tem a finalidade de indicar áreas de uso adequado, restrito e inadequado com diferentes níveis de uso pela engenharia civil, sanitária e agrícola, servindo de base para o zoneamento geo-ambiental.

A aplicação desta metodologia permite fornecer subsídios para os projetos de desenvolvimento e planejamento urbano, nos quais se recomenda que as áreas a serem mapeadas obedeçam a limites geográficos (bacias hidrográficas), ou políticos (municípios) numa escala $\geq$ 1:20.000 .

Por tratar-se de uma área geograficamente semelhante, onde os problemas ambientais são iguais para todos os municípios, foi necessário que houvesse interesse recíproco entre a Prefeitura de Ceará-Mirim que permitiu a construção do aterro sanitário no seu município, a Prefeitura de Natal que não dispunha de área adequada para a construção do mesmo, e o Governo do Estado como mediador e parceiro neste projeto.

Portanto, foi necessário se quebrar as barreiras políticas e geográficas, para a execução conjunta da obra, estabelecendo-se e obedecendo-se os padrões técnicos da engenharia sanitária e as normas ambientais, a fim de preservar a qualidade de vida na região metropolitana. Todavia, ainda resta a participação direta dos demais municípios da região, que por motivos políticos, resistem em não utilizar o aterro sanitário em benefício social e ambiental da população dos seus municípios.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, N. H.; JACKSON, M. L. **Iron oxide removal from soils and clays**. Soil Science Soc. Am. Proc., n. 7, p.359-364, 1953.

BLAKE, G. R. **Particie density. Bulk density. Methods of Soils Analysis**. Madison, Wisc. - EUA, 1965. American Society of Agronomy. p.371-390.

BOTERO, P. J. **Fisiografia y Estudio de Suelos**. Bogotá - Colômbia: Centro Interamericano de Fotointerpretacion (CIAF), 1978. 100p.

CATANI, R. A.; PAIVA NETO, J. E. **Dosagem do Potássio e Sódio pelo fotômetro de chama, sua aplicação em análise do solo**. Bragantia, Campinas-SP, n. 9, p.175-182, 1949.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro - RJ: Serv. Nac. de Levantamento e Conservação de Solos, 1979.

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil morphology, genesis and classification**. New York: John Wiley e Sans, 1989. 395p.

GOOSEN, D. **Aerial photointerpretation in soil survey**. Rome: FAO, 1967. Bol. n.6, 58p.

GROHMAN, F.; RAIJ, B. V. **Influência do método de agitação da dispersão de argila do solo**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XIV, Santa Maria - RS. **Anais...** Santa Maria – RS, 1974. p.123-132.

KILMER, V. J.; ALEXANDER, L. T. **Method of macking mechanical analysis of soils**. Soils Science, New Brunswick, n. 8, p.15-26, 1949.

LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de método de trabalho de campo**. Campinas - SP: SBCS, 1976. 36p.

LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation: principles and applications**. New York: McGraw-Hill, 1959. 462p.

MEKARU, T.; UEHARA, G. **Anions absorption in ferrugirous tropical soils**. Soil Science Soc. Am. Proc., n.36, p.296-300, 1972.

MUNSELL COLOR. **Munsell soil color charts**. Baltimore, Maryland - USA, 1975.

NUNES, E. **Aspectos Morfo-estruturais, Fisiográficos e de Coberturas de Alterações Intempéricas da Grande Natal (RN), como base para o Macrozoneamento Geo-ambiental**. Tese (Doutorado) - UNESP, Rio Claro - SP, 1996. 196 p.

NUNES, E. **O Meio Ambiente da Grande Natal**. 1 ed. Natal: Imagem Gráfica Editora, Natal – RN, 2000. 118 p.

RIEDEL, P. S.; JIMENEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. de. **Estudo das Coberturas de Alteração de parte do centro-leste paulista através de dados de Sensoriamento Remoto**. IN: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, IV, Bariloche - Argentina. **Anais...** Bariloche - Argentina: 1989. p. 640-649.

SLAVIN, W. **Atomic absorption Spectroscopy**. New York: Internience, 1968. 307p.

SOARES, P. C.; MATTOS, J. T. de; BALIERO, M. G. et al.. **Análise morfoestrutural regional com imagens de radar e landsat na Bacia do Paraná**. IN: SIMPÓSIO REG. DE GEOLOGIA, III, Curitiba – PR. **Anais...** Curitiba – PR, 1981a.

SOARES, P. C.; BARRETO, M. de L. K.; REDAELLI, R. **Aplicação da análise morfoestrutural em semi-detalhe com fotos aéreas na Bacia do Paraná**. IN: SIMP. REG. DE GEOLOGIA, III, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba - PR: 1981b.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Survey Manual**. Soil Conservation Service/USDA. Washington, 1951. 502p.

SUMMERSON, G. H. **A philosophy for photointerpreters. Photogramen. Engen.**, Washington, v. 20, p.396-397, 1954.

VETTORI, L. **Método de análise de solo. Equipe de pedologia e fertilidade do solo**. Rio de Janeiro - RJ, Boletim 7, 1969. 24p.

WAY, D. S. **Terrain analysis, e guide to site selection using aerial photographic interpretation**. Dowden: Hutchinson e Ross Inc., 1973.

ZINCK, A. **Difinicion del ambiente geomorfológico com fins de descripcion de suelos**. Merida - Venezuela: Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), 1981. 114p.